

NUMÉRIQUE, TERRITOIRE ET CLIMAT :

**SERVICES NUMÉRIQUES LOCAUX ET
CITOYENS AU SERVICE DE LA
TRANSITION BAS-CARBONE**

RETOUR SUR LES
BILANS 2018 & 2019 DE
L'ACTION CLIMAT
NON-ETATIQUE

**Rendre les services
accessibles aux
citoyens**

2
0
1
8
-
1
9

**OBSERVATOIRE
CLIMATE CHANCE**

Le numérique dans le bilan mondial de l'action climat 2018-2019

Introduction	3
<i>Contextualisation numérique-territoire-climat</i>	3
<i>Contribution de l'Observatoire Climate Chance</i>	4
Le numérique dans les « Cahiers Sectoriels » 2018 et 2019	5
Secteur énergie	5
Secteur transport	8
Secteur déchets	10
Secteur bâtiment	11
Secteur Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie (UTCATF)	12
Le numérique dans les « Cahier Territoire » 2018 et 2019	14
Progrès des initiatives mondiales	14
Gouvernance	16
Tour du monde	16
Annexes : Initiatives et bonnes pratiques issues des rapports 2018 et 2019	17
	19
Références bibliographiques	23

LE NUMÉRIQUE DANS LE BILAN MONDIAL DE L'ACTION CLIMAT 2018-2019

Observatoire Climate Chance

Lier numérique, territoire et climat vise à répondre aux besoins propres à chaque territoire en termes d'infrastructure, de gestion des données ou de services numériques. La spécificité de ces enjeux invite à nourrir une réflexion sur une transition dite juste, à savoir comment le secteur du numérique dans les territoires peut à la fois répondre à un impératif social (accès aux transports, aux services publics, réduction de la pauvreté énergétique) et à impératif écologique et de sobriété. Une telle transition est envisageable, si l'humain est placé au cœur du développement numérique :

- **Ce numérique doit être pensé de manière à être habilitant et responsable ([FING, 2018](#)) ;**
- **Son développement doit prendre en compte les dynamiques et les pratiques d'usage ([FING, 2018](#)) ;**
- **Il doit se focaliser sur l'accès amélioré à tous aux services essentiels (au sens donné par le sommet de la Terre de Johannesburg en 2002).**

Numérique-territoire-climat en France : contextualisation

L'impératif de la transition écologique, ainsi que la prise de conscience du grand public des limites et du non-renouvellement des ressources naturelles (et des externalités négatives liées) génèrent une **pression croissante sur les institutions publiques** et leur capacité à répondre aux besoins des citoyens. Ceci implique une **évolution des services publics et une extension de leur champ d'activité** pour inclure ces externalités (d'après le principe d'adaptabilité ou de mutabilité du service public - [Vie publique, 2018](#)) : ainsi, le changement climatique contribue à la croissance de la demande de services. Le service public ne doit plus seulement accompagner le développement économique et social, mais doit aussi être repensé pour **intégrer les enjeux environnementaux et climatiques**.

De fait, la rationalisation de l'utilisation des ressources promue par les politiques publiques territoriales trouve toute sa pertinence à l'échelle territoriale (déplacements quotidiens, production locale d'énergie, circuits alimentaires locaux, etc.). Dans les territoires les plus ruraux, ce renouveau serviciel, qui accompagne la transition écologique, se fonde entre autre sur la mutualisation des services et sur la revalorisation des aménités environnementales de grande qualité, car peu marquées par l'artificialisation ([Gaffiot et de Malleray, 2015](#)). Ce renouveau, correctement mené, peut donc permettre à la fois de réduire les inégalités sociales et la fracture technologique, tout en réduisant la facture écologique (le coût lié à des solutions bas-carbone).

Pour des services numériques locaux et citoyens au service de la transition bas-carbone, il faut penser **la transition numérique comme l'outil, l'accélérateur, le vaisseau de la transition écologique** ([Berthoud, 2017](#)). Le Livre blanc Numérique et Environnement,

remis au gouvernement par l'IDDRI, WWF et le CNNum, exprime cette restructuration de la pensée de la manière suivante: «*la transition écologique est un horizon incontournable, un but à atteindre, mais son chemin peine à se dessiner. La transition numérique est l'une des grandes forces transformatrices de notre époque, mais elle ne poursuit pas d'objectif particulier*» ([Livre blanc, 2018](#)). Toujours dans une optique d'habiliter les acteurs et les citoyens, il préconise de créer des territoires d'expérimentations numériques et écologiques pour accueillir les innovateurs qui veulent collaborer avec les pouvoirs publics. Un rapport de l'organisation Energy Cities illustre la multiplication en Europe des *Living Labs* (plus de 150 labellisés actuellement par le *European Network of Living Labs*) ou des *Urban Labs*. Ces derniers sont tous deux une manifestation concrète de la capacité d'innovation des territoires et ont pour but de mettre en avant la co-crédation et l'apprentissage collectif entre citoyens, municipalités, universités et entreprises ([Energy Cities, 2019](#)).

Habiler les citoyens passe donc par leur implication dans la gouvernance des données des villes intelligentes, dans leur gestion et leur traitement, pour favoriser l'acceptation et l'adaptation des habitants (comme le montrent les exemples canadiens ou portugais ci-après). **Mettre la transition numérique au service de la transition écologique** est d'autant plus délicat que le numérique est caractérisé par une **vitesse importante d'évolution et de changement des technologies**. Le temps d'adaptation des habitants et de leurs pratiques doit être pris en compte pour ne pas faire subir des passages abrupts au numérique. En d'autres termes, ce n'est pas l'injonction au numérique, mais sa favorisation, via une introduction progressive et adaptative, qui permettra d'assurer la viabilité de toute transition ([FING, 2018](#)).

Comment le bilan annuel de Climate Chance répond-il à cette question ?

Un mouvement de numérisation des données et des services publics existe bien, mais il n'est pas nécessairement au service de la transition écologique et sociale. Le bilan annuel de l'Observatoire de l'association Climate Chance, focalisé sur la contribution des acteurs non-étatiques à l'action climat, permet de se familiariser avec des exemples d'initiatives d'acteurs non-étatiques qui tentent de répondre à ce double impératif.

CAHIER 1 : BILAN DE L'ACTION SECTORIELLE

Le Cahier 1 identifie les dynamiques, à l'échelle globale comme nationale, de l'action climat menée dans les grands secteurs d'émissions. Il dresse un profil annuel des tendances d'actions climat des acteurs non-étatiques (politiques publiques locales, stratégies d'entreprises, mouvements citoyens, etc.) afin d'expliquer les évolutions dans les secteurs majeurs d'émissions. Chaque année, ces profils sont illustrés par une dizaine de cas d'étude sectoriels de pays croisant politiques nationales et tendances d'action des acteurs pour comprendre l'évolution d'un secteur. Ces fiches permettent de valoriser les acteurs qui ont pour but de **faire de l'innovation la force motrice de la transition écologique**, sans faire oublier pour autant l'importance du changement de comportement.

S'y ajoutent les cas d'étude de villes et de régions issus du Cahier 2 du bilan annuel sur la mobilisation territoriale. Ils démontrent que les initiatives de lutte contre le changement climatique des collectivités territoriales commencent à porter leurs fruits, dès lors que les **politiques publiques** sont mises en **cohérence, ou encore s'articulent autour d'une "colonne vertébrale" qu'est la transition écologique**.

SECTEUR ÉNERGIE

Utilisée le plus fréquemment pour produire électricité et chaleur, l'énergie joue un rôle central dans l'amélioration des conditions de vie et dans le développement économique, mais est également responsable d'une grande proportion des gaz à effet de serre anthropiques émis. Le secteur de l'énergie est, de fait, **l'un des secteurs les plus à même d'intégrer l'utilisation d'outils numériques permettant aux utilisateurs de se les approprier afin de repenser le rapport de chacun à l'énergie**. Les cas d'étude du cahier 1 montrent que le numérique permet non seulement d'optimiser des procédés et une meilleure quantification en temps réel des impacts générés ou des solutions apportées, mais aussi de rendre le secteur plus compréhensible et accessible au grand public.

➤ Réseaux intelligents, mini-réseaux et gestion de la demande

Au Canada, les [nouvelles technologies associées aux énergies renouvelables](#), telles que les **mini-réseaux électriques intelligents, facilitent la décentralisation des systèmes énergétiques**. Alectra (compagnie municipale d'électricité dans la région d'Ontario) et Enbala (développeur de logiciels de gestion de réseaux de distribution d'énergie) travaillent ensemble pour assurer une stabilité opérationnelle des réseaux électriques. La plateforme d'équilibrage d'énergie en temps réel d'[Enbala](#) offre une approche extrêmement souple pour créer des ressources énergétiques contrôlables et distribuables, à partir de charges flexibles, de stockage d'énergie (y compris pour les

véhicules électriques) et de sources d'énergies renouvelables. Les micro-réseaux, gérés de cette manière, peuvent **répondre à une demande croissante d'électricité dans les municipalités**.

Concernant l'acceptabilité des compteurs, il est intéressant de noter que les **perceptions négatives de ces technologies étaient plus importantes en Colombie-Britannique et au Québec**. Il s'agit de deux provinces, où les usagers ont eu davantage d'expériences négatives avec la façon dont ils ont initialement été exposés aux compteurs intelligents (souvent par le biais d'une lettre de leur service public les informant d'un changement obligatoire de leur compteur d'électricité analogique). En revanche, la **couverture médiatique était plus positive en Ontario, où le fait d'avoir plus d'entreprises locales de distribution d'électricité facilite la mise en place de stratégies plus adaptées aux caractéristiques de chaque territoire**.

[Evora](#), au Portugal, est la première municipalité du pays à avoir testé certaines technologies de **smart grids à grande échelle**. Le projet *InovGrid* vise à **transformer le réseau de distribution électrique, à accroître l'efficacité énergétique, à réduire les coûts, et à intégrer les producteurs d'électricité intermittente, ainsi que les véhicules électriques**. *InovGrid* a donc déployé une infrastructure de réseaux intelligents sur l'ensemble du territoire de la ville, permettant d'approvisionner environ 32 000 consommateurs en électricité. Cette infrastructure est composée de boîtiers intelligents (permettant de relever la demande en temps réel), de contrôleurs de transformateurs de distribution (qui servent de concentrateurs de données), d'un réseau de communication reliant les boîtiers aux systèmes de tête de réseau, de systèmes de charge pour véhicules électriques et de systèmes efficaces d'éclairage public. Au-delà de la mise en place de l'infrastructure physique, *InovCity* cherche à améliorer la communication entre les différentes parties intéressées, en proposant divers outils et services (afficheurs, applications pour smartphones, etc.) et en impliquant les autorités locales dans un effort commun pour améliorer l'efficacité énergétique. La ville d'Evora a contribué financièrement au projet, mais a aussi mis ses bâtiments municipaux à disposition pour les projets pilotes. Le projet s'étant montré fructueux, l'infrastructure a été étendue à d'autres villes portugaises, profitant à plus de 150 000 consommateurs à la fin 2014.

Dans les pays en développement, l'accès à l'énergie peut passer par des modèles économiques nouveaux, comme au [Kenya](#) où s'est développé le « pay-as-you-go ». Ce modèle économique consiste à louer aux foyers un kit solaire et un chargeur de téléphone. Les consommateurs payent sur une base quotidienne, hebdomadaire ou mensuelle ce qui limite les coûts de recouvrement pour l'entreprise et évite le recours à un prêt pour les foyers. Ces entreprises « PAYG » ont ainsi électrifié environ 500 000 foyers au Kenya et en Tanzanie. Le paiement s'effectue par téléphone, si le paiement n'est pas enregistré, un système intégré coupe le fonctionnement du kit et la fourniture de l'électricité.

➤ **Outils numériques à destination des citoyens : production et efficacité**

Le Portugal a par ailleurs mis en place un **réseau social gratuit**, *Brain-e*, **permettant de contrôler sa consommation d'énergie de manière simple et interactive**. *Brain-e* collecte des informations sur la consommation d'énergie et les présente de manière simple aux utilisateurs. La plateforme donne ainsi **des indications sur la manière de faire des économies d'énergie, des informations sur les prix du marché, sur les prévisions de consommation et sur le potentiel de production d'énergie**. Les **alternatives** proposées via *Brain-e* sont simples car le réseau social se veut **facilitateur dans la modification des habitudes quotidiennes de consommation d'énergie**. Le réseau permet également des incitations conjointes de réduction d'énergie, ce qui invite à la collaboration entre membres d'une même communauté.

La métropole de Grenoble a récemment lancé une plateforme numérique, *Métro Énergie27*, permettant à chaque citoyen de consulter ses consommations de gaz, électricité, chauffage urbain et eau et de bénéficier de conseils et d'informations pour l'inciter à consommer moins et mieux et ainsi réduire sa facture énergétique. Cette plateforme est en phase d'expérimentation dans un quartier de Grenoble (La Tronche). Elle est développée et soutenue par de nombreux acteurs du territoire (GEG, ALEC, projet City-zen, etc.), l'objectif étant de sensibiliser les utilisateurs par le biais d'ateliers, de défis, d'informations ludiques, de comparaisons, etc.

Milton Keynes tente de faciliter autant que possible les projets visant à améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments, que ce soit en proposant des **visites publiques de maisons dites efficaces** ou en assurant une **hotline** (« [Keep Warm MK](#) »), qui donne des **conseils en économies d'énergie**. Le projet [CAPE](#) (Community Action Platform for Energy) vise à réduire les factures énergétiques des habitants de la ville en réduisant les émissions liées aux bâtiments. Le projet utilise un **site internet interactif**, qui met à disposition des données d'imagerie satellitaire et des informations pour prendre des décisions énergétiques.

Les autorités locales de Gand, en Belgique, ont mis au point des **cartes de potentiel solaire et thermique et des cartes de potentiel géothermique** disponibles en ligne, afin d'aider les habitants et communes à évaluer l'intérêt d'installations, en fonction des zones de la ville ainsi que de l'offre et de la demande. D'[autres villes](#) ont mis en place des bases de données similaires, telles que [Fribourg](#) en Allemagne, Vienne en Autriche, Souss Massa au Maroc, Milton Keynes au Royaume-Uni ou encore [Lethbridge](#) au Canada.

SECTEUR TRANSPORT

Concernant le transport, certaines innovations technologiques permettent à la fois de réduire les émissions de GES (via la promotion d'une mobilité bas-carbone ou neutre) et d'améliorer les conditions socio-économiques d'un grand nombre de personnes.

➤ **Limiter la possession et la circulation des véhicules privés**

En octobre 2017, la Land Transport Authority (LTA) de [Singapour](#) a annoncé que son taux de croissance des véhicules serait amené à zéro (de 0,25 %) à compter de février 2018. Les principales politiques visant à réduire la demande de transport urbain incluent la **planification urbaine (croissance intelligente)**, la **tarification électronique de la route** (ERP pour *Electronic Road Pricing System*), un **système de quotas de véhicules** et des politiques de **transport en commun et doux**. Le système ERP s'attaque aux embouteillages en tarifiant l'usage de certaines routes, selon le sens des déplacements, l'heure et le type de véhicules.

Plusieurs [grandes villes chinoises](#) limitent le nombre d'immatriculations annuelles de véhicules avec des enchères (ou loteries). Au cours des dernières années (2016 et 2017), pour réduire la demande de transport routier, le gouvernement municipal de Beijing a proposé la mise en place de **péages modulés**, de **frais de stationnement dynamiques** (en fonction du lieu de stationnement, de la durée de l'arrêt et de l'heure d'arrivée / de départ du stationnement), ainsi que l'instauration d'un **péage urbain** et d'une **tarification évolutive pour les transports en commun et taxis**. Sur le segment de la décarbonation, en octobre 2017, la Chine a mis en service le premier tramway à hydrogène au monde, conçu par la China Railway Rolling Corporation (CRRC) Tangshan Co. Ltd. Le tramway peut être rechargé avec de l'hydrogène en 15 minutes et parcourir 40 km avec une vitesse maximale de 70 km/h. Il dessert une ligne de chemin de fer, construite il y a 136 ans à Tangshan, une des premières villes industrielles du pays et relie plusieurs sites du patrimoine industriel.

➤ **Accès à la mobilité durable**

Au Japon, les accidents mortels qui impliquent les plus de 65 ans représentent plus de la moitié du total des accidents du pays. Pour répondre à cette problématique, certaines villes mettent en place des services de bus à la demande. La ville de Chigasaki, où 30 % de la population est âgée de plus de 65 ans, propose ainsi un service de navettes disponible de 7h à 20h. Les réservations peuvent se faire par téléphone ou par une application mobile. Le système s'est progressivement étendu et 8 lignes sont maintenant desservies (Chigasaki City, s.d.). En 2014, une ville japonaise sur six proposait ce type de service. Pour répondre aux besoins de transport de la population âgée, le gouvernement japonais souhaite doubler le nombre de municipalités proposant ce service à la demande (Weng Kin, 2014).

En 2010, dans l'objectif de combler les lacunes de la connectivité au premier et au dernier kilomètre, le gouvernement de [Delhi](#) a lancé une **flotte de pousse-pousse électriques**. Depuis, ils sont devenus extrêmement populaires dans la ville, leur nombre passant de 4 000 unités en 2011 à 100 000 en 2015. Ces derniers, plutôt connus sous le nom de cyclo-poussettes, se sont également développés en France dans les centres-villes ciblant davantage les touristes, mais ils pourraient être une solution pour résoudre le défi du dernier kilomètre ([Peuple Libre](#), 2019).

➤ **Réduction de la demande de transport**

La ville d'[Helsinki](#) multiplie ses initiatives pour promouvoir les transports doux ou publics dans l'idée d'atteindre la neutralité carbone du point de vue des transports en 2025. En plus d'**améliorations structurelles des infrastructures** liées aux transports, la ville a choisi de mettre en place des projets dans des secteurs très spécifiques, tels qu'un **système de santé virtuel** qui permet aux infirmières de prodiguer des soins mineurs et des conseils à distance leur évitant ainsi 200 000 km de trajets par an. A l'échelle du pays, ce « Health Village » a pour but de réduire les inégalités régionales dans l'accès aux soins ([Numérikare](#), 2019).

En Norvège, dès les années 1990, des coopératives de partage de voitures ont été créées à Oslo, Bergen et Trondheim. À Oslo, par exemple, Bilkollektivet, le fournisseur de services de partage de voitures le plus établi, est à la fois une coopérative appartenant à ses membres et une organisation à but non lucratif ([Institute for Transport Economics](#), 2018). Bergen, seconde plus grande ville du pays, mise également sur la multiplication des plateformes intermodales aux abords de la ville pour rendre crédibles les alternatives à la voiture personnelle. En mai 2018, la ville a inauguré sa première plateforme : une station de co-voiturage connectée aux transports en commun, pistes cyclables, parkings pour vélos, informations des transports en temps réel ([Share North](#), 2018).

Au Royaume-Uni, Milton Keynes a créé **l'application mobile [MotionMap](#)** qui informe les habitants sur la disponibilité des places de parking, sur les embouteillages dans les rues de la ville et sur le niveau d'occupation des transports en commun. Il informe également sur les distances et temps pour les transports doux, à pied ou en vélo, ainsi que les distances à pied entre les différentes stations de transport en commun.

➤ **Efficacité énergétique du transport de marchandises**

En Afrique du Sud, ECO2Fleet est un service de collecte de données sur la gestion du parc routier dédié au transport de marchandises. Il a pour but de mesurer les émissions de carbone et informer sur leur conformité avec les normes internationales (GHG Protocol). Près de 500 entreprises (40 000 véhicules) sont actuellement abonnées à ce produit. « Un client rapporte qu'en utilisant ces données, la consommation moyenne de carburant par véhicule sur les 900 véhicules du groupe est tombée sous la moyenne de 10 litres / 100 km pour la première fois, une amélioration pouvant atteindre 30 % pour certaines catégories de véhicules » ([De Swardt](#), 2014).

Pour le transport de marchandises, Tokyo a mis en place un indicateur d'efficacité énergétique concernant 264 entreprises du transport routier et plus de 10 000 véhicules. La publication et la notation de leurs efforts sont des informations valorisées par leurs clients et les encouragent à promouvoir l'écoconduite, qui a déjà

permis la réduction de 20 % de leurs émissions et pourrait réduire celles des transports de Tokyo de 8 % ([CDP 2017](#)).

SECTEUR DECHETS

La collecte et la gestion des déchets sont à l'origine de quantités d'émissions qui peuvent être réduites par leur optimisation. Plusieurs outils numériques permettent de **favoriser la gestion optimale des déchets**, en fonction du niveau de développement du système de tri et des enjeux auxquels chaque territoire doit répondre.

La ville de Shanghai voit sa génération d'ordures augmenter d'année en année (8,4 % par an depuis 5 ans) en raison de nouvelles habitudes de consommation. En parallèle, en mars 2017, la Commission nationale pour la réforme et le développement a demandé aux 46 plus grandes villes de mettre en place une collecte sélective des déchets et début 2018, la Chine a interdit l'importation de nombreux types de déchets. Soucieuse de faire sa part, la ville de **[Shanghai incite ses habitants au tri des déchets en récompensant leurs efforts](#)**. En effet, en jetant les déchets dans les conteneurs adéquats, les résidents obtiennent 10 points qui s'accumulent pour avoir un crédit rapportant 0,37 centimes pour 100 points obtenus. Le système repose sur une carte en plastique sur laquelle est imprimé un code-barres scanné grâce à une application pour smartphone.

Cette approche s'oppose à celle de la ville de Séoul (voir *Annexe : Tour du monde 2019*), en Corée du Sud, qui fait face à un problème de gaspillage alimentaire et qui **pénalise** donc les consommateurs **par quantité de déchets jetés** (mesurés au poids). Le gouvernement coréen impose aux particuliers de jeter leur compost dans un type particulier de [sacs biodégradables payants](#). Seoul a également mis en place un système technologique de [poubelles](#) à balances automatisées qui pénalise financièrement à chaque dépôt d'ordures. Les problèmes, auxquels font face les villes et les infrastructures de collecte et de tri dont elles disposent, façonnent donc la gestion des déchets.

Taipei, à Taiwan, utilise un **système de récompense sur les titres de transports publics pour un tri adapté au type de déchets**. Ayant eu des problèmes de gestion des déchets dans les décennies passées, Taipei a été une des premières villes à instaurer un système vertueux de tri adéquat des déchets, si bien que d'autres villes s'en sont inspiré (voir les villes d'Istanbul -Turquie- et Curitiba -Brésil- du *Tour du monde 2019*).

New York a mis en place un marché en ligne de dons et d'initiatives de soutien, DonateNYC, engageant plus de 70 membres à faire dons de leurs matériels et mobiliers, afin de réduire les flux de déchets finissant directement en décharge. Depuis le début du programme, plus de 110 000 tonnes de biens ont été réutilisées par d'autres partenaires et plus de 2 500 tonnes ont été données. La ville souhaite maintenant étendre le service à l'alimentation, en connectant les acteurs disposant régulièrement d'excès avec des services sociaux de redistribution ([C40 2019](#)).

SECTEUR BÂTIMENT

L'**intégration d'outils numériques au processus de conception** permet d'optimiser les utilisations faites des matériaux, des procédés et des systèmes mis en place.

Dans le secteur des bâtiments, la ville de Helsinki améliore ses capacités de gestion et d'usage des données avec le lancement de l'[atlas 3D](#), qui rassemble toutes les données relatives à la performance et à la consommation énergétique, aux fuites de chaleur, etc. des bâtiments. Il est également consultable par les différents opérateurs du secteur de l'habitat. Enfin, citons le premier **thermostat intelligent**, installé en 2017, pour réguler le chauffage d'un immeuble pilote, le « Viikki Environment House ». Il a reçu le prix des locaux commerciaux à la plus grande efficacité énergétique de Finlande en 2013 ([Helsinki](#), 2017). De nouvelles normes adoptées en 2017-2018 imposent aux nouveaux bâtiments publics d'afficher une consommation d'énergie « quasi-nulle » et des facilitations sur les permis de construire sont accordées au secteur privé pour les bâtiments basse consommation.

À [Recife](#), au Brésil, existe [CARBO COUNT](#), une **carte interactive pour informer et sensibiliser les habitants sur l'évolution des émissions** basée sur la collecte permanente de données sur la qualité de l'air (variations quotidiennes de taux de dioxyde de carbone, méthane, monoxyde de carbone).

La région de [Hong Kong](#) cherche à réduire son intensité carbone en mettant à contribution les acteurs du territoire, notamment privés. Elle a mis en place la **plateforme de reporting** [Carbon Footprint Repository](#) pour les entreprises qui, sur la base du volontariat, publient leur bilan carbone. Ces données sont accessibles au grand public, ce qui rehausse l'image publique des entreprises contributrices sur le territoire et incitent d'autres entreprises à en faire de même.

SECTEUR UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE (UTCATF)

Le secteur utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (UTCATF) est d'une grande importance, car il représente 20 à 25 % des émissions globales de GES. La grande capacité de stockage de carbone des sols et des forêts, combinée aux services qu'ils rendent (préservation de la biodiversité et des habitats, régulation des pluies, etc.) font de la **protection des terres un enjeu clef de la transition écologique. Le numérique parvient à fournir plusieurs types d'outils aidant à la préservation du patrimoine naturel.**

Ces dernières années, l'[imagerie spatiale et aérienne](#) est devenue un élément clef de la lutte contre la déforestation grâce à la collaboration entre chercheurs, ONG et institutions publiques, qui ont développé toute une gamme d'outils opérationnels et de

plateformes de diffusion. Deux outils sont aujourd'hui principalement utilisés pour le Pérou. CLASLite est développé par le département d'écologie globale de la Carnegie Institution (USA) depuis 2009 et repose sur la comparaison de deux images successives provenant principalement du satellite Landsat, pour les convertir en cartes de déforestation et dégradation de forêts (Asner, Knapp, Balaji, & Páez-Acosta, 2009). Le système d'alertes GLAD, développé à l'Université du Maryland (USA), utilise également des images des satellites Landsat à 30 m de résolution, mais cherche de manière automatique dans toutes les archives Landsat pour repérer les changements de couverture forestière et produire chaque semaine des bulletins d'alerte.

Les **outils de détection de la déforestation** fournissent des données brutes très riches mais, à l'échelle d'un pays comme le Pérou, leur interprétation est indispensable pour leur donner du sens. Le traitement statistique des cartes de déforestation, l'utilisation d'images à très haute résolution ou le survol de zones spécifiques par des drones sont quelques-unes des méthodes utilisées pour identifier le type de déforestation détecté par les algorithmes. Le traitement des données et la diffusion des résultats sont assurés en partie par les développeurs, comme c'est le cas avec **la plateforme en ligne de l'ONG Global Forest Watch, partenaire de GLAD, qui a mis en place une application pour appareils mobiles qui donne accès aux alertes depuis le terrain et permet aux utilisateurs de contribuer en partageant leurs rapports**. Le ministère de l'Environnement péruvien utilise également les alertes GLAD pour son portail officiel de suivi de la déforestation Geobosques, qui se veut un outil de soutien à la décision politique et de sensibilisation et d'information aux citoyens. Par exemple, les utilisateurs peuvent avoir accès aux derniers bilans sur la déforestation dans le pays. Après inscription, ils peuvent choisir de recevoir des alertes en continu ou des bulletins hebdomadaires pour des zones de leur choix.

[Quito](#), en vue d'une gestion durable des sols, dispose d'un [système d'information géographique](#) (SIG) à l'échelle de la ville et des territoires environnants, qui lui permet **d'observer l'évolution de la déforestation** et de donner la priorité aux écosystèmes les plus vulnérables pour assurer la continuité des services écosystémiques et la résilience naturelle. Aujourd'hui, ce système a permis l'instauration de six aires protégées, une aire d'intervention prioritaire et un couloir écologique représentant au total près de 175 000 hectares. En 2017, la ville tentait de récupérer 60 000 hectares de terres précédemment dégradées, qui pourraient séquestrer environ six millions de tonnes de CO₂ une fois restaurées et contribuer à ses objectifs 2025. Le ministère de l'environnement de Quito a également développé des outils ludiques et accessibles, tels qu'une [application mobile](#) pour sensibiliser et inclure les citoyens dans la démarche de protection des écosystèmes en permettant de mesurer son empreinte carbone et son équivalent en consommation d'eau selon l'activité réalisée.

[Dialoguemos](#), la **plateforme péruvienne de dialogue à destination des peuples autochtones**, vise à encourager l'appropriation de la question du changement climatique par tous les acteurs de la société et garantir la prise en compte de chacune de leurs attentes. Plusieurs processus *Dialoguemos* ont été lancés par le Ministère de l'environnement, respectivement sur l'implémentation des contributions nationales prévues dans l'Accord de Paris, sur la lutte contre la déforestation (via un accord de

financement entre le Pérou et la Norvège et via le mécanisme REDD+), sur la lutte contre la désertification et enfin sur la réglementation de la loi cadre sur le changement climatique. Pour celui-ci, après la préparation d'un document "zéro" par le Ministère, 28 ateliers décentralisés, multi-acteurs ou multithématiques ont été conduits entre juin et septembre 2018.

CAHIER 2 : LA MOBILISATION TERRITORIALE

Cette section met en avant des éléments des bilans annuels de Climate Chance sur l'utilisation d'outils numériques par les réseaux et initiatives de collectivités territoriales européens ou internationaux. Ces derniers défendent l'idée qu'en répondant à des enjeux locaux (ou globaux), c'est le **lien avec le territoire** (soit la personnalisation du projet mené) qui facilite l'identification des populations locales aux besoins d'agir pour le climat, ce qui assure un soutien plus grand des actions entreprises. Aussi, cette échelle est d'autant plus adaptée que les résultats sont plus facilement quantifiables par les services locaux en charge du reportage et du suivi, et par conséquent plus fiables et plus fréquents. Cela permet ainsi une meilleure perception des impacts auprès des habitants, voire même un renforcement de la coopération entre les territoires en facilitant le partage d'expérience et de modèle.

Les outils numériques permettent de proposer des solutions viables pour la lutte contre le changement climatique car ils sont en recherche perpétuelle d'**optimisation**, et peuvent revêtir des caractéristiques plus ou moins **(en)capacitantes envers les bénéficiaires et collaboratives – de quoi répondre à la fois aux préoccupations climatiques, territoriales**, voire qui ont trait à la vie sociale et politique locale.

Les réseaux de villes et de régions développent notamment plusieurs outils dans lesquels le numérique a un rôle en amont des politiques publiques. En effet, il facilite **l'accès à l'information**, vient en **appui à la mise en œuvre** de politique publique, ou encore tend à rendre accessible un outil numérique.

➤ **Ces réseaux animent plusieurs plateformes en ligne en rassemblant des collectivités avec des problématiques similaires :**

- *Energy Transition Platform*, animé par The Climate Group, connecte 11 régions et États fédérés, particulièrement émetteurs et industrialisés, localisés en Europe, en Amérique du Nord et en Australie et qui abritent 100 millions d'habitants. Les participants échangent lors de webinars sur des sujets variés, allant du stockage de l'énergie aux smart-grids et travaillent en petits groupes (laboratoires d'innovation) sur les sujets pertinents pour leurs régions : les énergies renouvelables communautaires, l'efficacité énergétique des bâtiments, et la décarbonation du secteur industriel. Les

gouvernements se sont également rencontrés lors de deux ateliers de 3 jours, le premier en juin 2017 à Bilbao et le deuxième en avril 2018 à Essen.

[Urban Transitions Alliances](#) a été lancée en 2017 par la Stiftung Mercator et ICLEI. Elle facilite la collaboration entre 11 villes industrielles et l'échange de solutions dans les domaines de l'énergie, de la mobilité, des infrastructures et de la transition sociale.

Tous les réseaux majeurs de collectivités animent de nombreux groupes de travail sur diverses thématiques (financements, adaptation, transport, gouvernance, etc.). Ces collaborations horizontales entre collectivités prennent de plus en plus d'importance dans l'élaboration des politiques publiques des collectivités y participant. Ainsi, la création et la mise en place d'outils numériques sur-mesure pour accompagner ces réseaux d'apprentissage peuvent grandement améliorer les capacités de coopération et de partage d'expérience des collectivités françaises, entre elles ou avec leurs pairs européens et internationaux.

➤ **D'autres outils ont été développés pour améliorer la mise en œuvre de politiques publiques ou leur suivi :**

- 10 projets du Transformative Action Program (TAP) ont été sélectionnés en 2017 par la Cities Alliance. Ils ont pu bénéficier gratuitement de l'outil [SmartScan](#) du Global Infrastructure Basel (GIB) pour **évaluer les risques économiques, sociaux et environnementaux liés à la gouvernance de leur projet**.
- « [RADar !](#) » est une plateforme en ligne pour connecter les autorités locales et les cyclistes. Ces derniers peuvent signaler les problèmes rencontrés et ainsi faciliter la gestion des voies au quotidien. Elle est actuellement utilisée par plus de 352 municipalités, principalement en Allemagne. La plateforme [Movebis](#) a pour objectif de créer une base de données couvrant l'ensemble du territoire allemand pour le trafic structuré dans le temps et dans l'espace et pouvant être mis à jour à moindre coût. Grâce aux itinéraires qui permettent de suivre les cyclistes, via les fonctionnalités de positionnement par satellite de leurs smartphones, les paramètres de trafic et la qualité de surface peuvent être évalués. En 2018, les quatre municipalités pilotes de Dresde, Giessen, Kaiserslautern et Langenfeld ont participé à la collecte active de données.
- [EDI-Net](#) souhaite aider les municipalités européennes à mettre en œuvre et faire le suivi de leurs plans en matière d'énergie durable grâce aux données des compteurs intelligents. Le projet vise à rendre l'information sur l'énergie et l'eau plus visible pour les usagers du bâtiment, grâce à l'utilisation d'un forum en ligne comme élément central, contribuant ainsi à la diffusion des connaissances et facilitant l'échange. Enfin, d'autres fournissent des méthodes pour observer les émissions à l'échelle d'un quartier ([Repowermap](#)) ou encore une plateforme pour fournir des informations sur les projets de coopératives énergétiques en Europe et faciliter l'investissement citoyen (citizenergy).

➤ **Enfin citons plusieurs outils développés pour améliorer la gouvernance de politiques publiques :**

Créée en 2010, la plateforme numérique « Better Reykjavic » est le fruit d'une collaboration entre la municipalité de Reykjavic et une association caritative locale. L'objectif est de permettre aux citoyens de suggérer, débattre et classer des idées, leur donner la possibilité de proposer des lois et des actions pour améliorer leur ville. L'accès à la plateforme est libre : pour y participer, il suffit de créer un compte (la seule condition étant d'approuver les conditions de participation). Les citoyens enregistrés peuvent alors participer au forum, c'est-à-dire émettre des propositions et voter pour ou contre celles qui ont été émises par les autres membres. Les propositions sont par la suite soumises à la municipalité. Au total, 70 000 des 120 000 habitants ont déjà visité le site internet.

Barcelone a mis en place une **plateforme de participation digitale**, « [Decidim](#) ». Il s'agit d'un projet collaboratif qui encourage les citoyens à utiliser cette plateforme participative digitale et libre d'accès, afin de faire des propositions, débattre et commenter sur des suggestions faites pour la ville. Cette plateforme fait participer 40 000 individus des 73 quartiers de Barcelone. La première coopérative catalane d'énergie renouvelable, Som Energia, y a organisé sa première assemblée générale. D'autres débats ont été menés sur la plateforme, faisant participer 3 500 personnes et recensant 1 300 votes.

ANNEXE: Initiatives issues des « Tour du Monde en 80 initiatives »

2018 et 2019

[Le tour du monde en 80 initiatives](#) répertorie de multiples initiatives portées par des villes et régions à travers le monde et répondant à un impératif d'atténuation, d'adaptation ou de gestion des ressources naturelles. Ces initiatives ont souvent un **grand potentiel de répliquabilité**, du fait de l'**investissement modeste** qu'elles nécessitent, de l'**originalité** des projets ou de la **diversité des acteurs impliqués**. Tous récents, **ces projets répondent à des enjeux locaux et contemporains** : les solutions proposées sont donc elles aussi ancrées dans le territoire et font usage des moyens les plus optimisés, qu'il est facile de s'approprier. Ces solutions ont ainsi parfois recours au numérique, dans la mesure où il peut servir de levier pour les acteurs publics engagés dans la transition écologique.

Le numérique permet d'utiliser un grand nombre de **nouvelles technologies de l'information et de la communication**, utiles notamment en termes d'éducation et de sensibilisation. Ces outils permettent de toucher le plus grand nombre de citoyens possible, de les aider à prendre conscience des enjeux locaux et globaux à surmonter et de favoriser l'adoption de nouveaux réflexes et habitudes allant en ce sens. Ces approches novatrices ont recours aux **mécanismes du jeu** - la « gamification » (qui crée des terrains d'expérimentation, comme lors de la [Climate Game Jam](#)) - autant qu'au modèle des **smart cities** (qui permet de prendre la mesure des progrès collectifs).

ROYAUME-UNI – Liverpool: Dissuader les activités polluantes et les compenser grâce à la blockchain

C'est une première mondiale, depuis juillet 2018, la municipalité de Liverpool s'est associée à la Fondation Poséidon pour exploiter sa plateforme basée sur la blockchain. Le système permet aux consommateurs et entreprises d'échanger des crédits-carbone et de compenser leurs émissions. Ce système, fondé sur la transparence et la traçabilité, permettra de dissuader les usagers d'activités trop polluantes. La Fondation Poséidon prévoit en parallèle d'organiser des activités d'éducation et de sensibilisation dans les écoles et les universités. Grâce à ce système, la ville prévoit de compenser son empreinte carbone de 110 %, donc de compenser davantage d'émissions qu'elle n'en produit.

AFRIQUE DU SUD – Cape Town, un outil digital pour améliorer la gestion des réseaux hydriques

Cape Town est en proie à un stress hydrique permanent, traduit en une longue pénurie d'eau en 2018. Outre les rationnements imposés aux habitants, qui ont diminué leur consommation d'eau quotidienne de 600 ml mi-2017 à 507 ml en avril 2018, la ville a besoin de solutions structurelles pour sécuriser l'accès de tous à une eau saine. Le département des Eaux et de l'Assainissement s'est donc associé à SAP Work Manager, une plateforme mobile de mise en contact avec des agents d'installation, de maintenance, d'inspection et de réparation des infrastructures de distribution et d'assainissement de l'eau. Cette mesure doit faciliter la mobilité de ses agents, améliorer la résilience de la ville et repousser le « Day Zero », jour épouvantail, où son réseau de distribution hydrique serait mis en arrêt.

INDONÉSIE – Jakarta lance son premier programme de vélo-partage

Depuis juillet 2018, c'est dans le quartier historique de Monas que la ville de Jakarta propose ses premières stations de vélo-partage. Une centaine de vélos, répartis sur 7 stations, est accessible grâce à l'application « Gowes » qui fournit à ses utilisateurs des informations de temps, de lieu, mais également du nombre de calories dépensées lors de leur trajet. Tous les vélos sont équipés d'un mécanisme de sécurité ainsi que d'un système GPS, afin de prévenir les vols. Ce programme, accessible gratuitement durant les 3 premiers mois, vise la réduction de l'usage de la voiture dans l'une des villes les plus polluées au monde.

PHILIPPINES – Legazpi, une plateforme d'information web pour répondre aux catastrophes

Balangay, une plateforme en temps réel d'information et de collaboration sur les catastrophes, permet de réduire la vulnérabilité des populations dans cette zone de plus en plus exposée aux risques climatiques. Développée par l'agence web Layertech et mise en œuvre dans la ville de Legazpi, cette application web et mobile permet la collaboration entre les services municipaux, la recherche, le secteur privé, les organisations de la société civile et les populations affectées. Tremblements de terre, inondations, typhons : les citoyens sont immédiatement prévenus. Ils peuvent également s'informer sur les mesures à prendre (cartes des risques, kits d'urgence, hotline). 40 % de jeunes l'utilisent et prennent ainsi le rôle d'informateurs dans les familles. La plateforme a remporté en 2017 le ICCG Best Practice Award.

VIETNAM – La smart-agriculture transforme le village de Ma au Vietnam

Dans ce village du Nord du Vietnam, les fermiers pratiquent l'agriculture intelligente pour répondre à l'insécurité alimentaire et au changement climatique. Avec l'appui du CIAT et de CGIAR, un panier de technologies et pratiques a été défini selon leur potentiel de répliquabilité dans la région. Les fermiers ont alors choisi les solutions qu'ils souhaitent mettre en place : culture intercalaire cassava/légumes, culture de l'acacia pour la fertilité des sols, vermi-compost, production de riz résistant aux inondations.. Le projet, qui mobilise 65% de femmes, a ainsi permis de tester simultanément plusieurs solutions, afin de définir les pratiques les plus adaptées. A l'issue des tests, 16 paysans ont accepté de former d'autres agriculteurs à ces techniques.

ÉTATS-UNIS - Colombus (Ohio), à la pointe de la planification modale

Lauréate en 2015 du Smart Cities Challenge, organisé par le Département du Transport des États-Unis, et soutenue financièrement par Paul G. Allen Philanthropies, Colombus a démarré depuis 2017 la phase pilote d'un ambitieux plan de mobilité intelligente et soutenable. Ce plan doit faire de la ville un nœud modal futuriste s'appuyant sur 9 projets, dont la collecte de données, le déploiement d'une flotte de véhicules et de bornes électriques, un système de gestion en open-data et un renforcement de l'assistance aux personnes handicapées et au transport prénatal. Afin de décarboner ses transports, la ville prévoit aussi l'installation de 1,2 TWh d'énergies renouvelables et d'économiser jusqu'à 480 GWh d'ici 2030. La phase de déploiement public démarrera en avril 2019.

CHINE – Shanghai, Quartier de Changning. Le big data au service de la performance énergétique des bâtiments

Participant au China Better Building Challenge et au C40 China Buildings Programme, le quartier de Changning – 700 000 habitants au cœur du centre d'affaire de Shanghai – promeut l'efficacité énergétique de ses bâtiments publics. Une plateforme de collecte et de suivi des données de consommation énergétique permet de suivre la performance énergétique de 160 de ses 165 bâtiments publics et a permis la rénovation de 32 bâtiments pour un gain énergétique moyen de 20 %. En complément, la mairie du quartier avait alloué, mi-2017, plus de 3 millions USD de subvention à la rénovation énergétique, avec pour conséquence un effet levier sur le secteur privé, qui s'est investi à hauteur de 20 millions USD dans l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments.

MEXIQUE – À Mexico, l'open data pour surveiller les forêts protégées

L'Agence de l'Environnement et de Gestion du Territoire (PAOT) de Mexico City s'est associée à Global Forest Watch, une plateforme en open data d'observation géospatiale des forêts, dans le but d'améliorer le contrôle et la surveillance des pertes du couvert forestier. Avec ce partenariat, Mexico se dote d'un outil de cartographie précis et peu coûteux lui permettant de contrôler les quelques 87 300 hectares de « Zone de Conservation Forestière », qui recouvrent 59 % de la surface de la ville et qui sont menacés par des activités illégales. Les données recueillies, ouvertes au public et aux parties prenantes, fournissent aux décideurs des mesures de l'évolution du couvert forestier et des données techniques en appui aux politiques locales. Cette initiative a été récompensée par le programme Reforestamos Mexico GWF Contest.

PAYS-BAS – Amsterdam, l'urban data comme outil de sensibilisation

Avec sa nouvelle plateforme, « Energy Atlas », lancée en 2018, la ville d'Amsterdam sensibilise sa population à la consommation énergétique et aux économies pouvant être réalisées. Ce service repose sur l'urban data – les données générées par les villes – qu'Amsterdam a choisi de fournir en libre accès : les citoyens peuvent librement consulter leur consommation énergétique et celle des entreprises environnantes, et prendre conscience de leur consommation. Les entreprises peuvent également consulter leur consommation et celle des autres, tout en s'informant sur les possibilités de se fournir en énergies renouvelables par la visualisation des lieux de production les plus proches.

FRANCE - ALLEMAGNE : Épernay & Ettlingen – Bus binational de conseil en énergie

Épernay et Ettlingen coopèrent depuis 1953 et se sont récemment tournées vers les politiques énergie-climat afin de renforcer leur relation. En 2019, les deux villes ont conjointement acquis et inauguré un symbole de leur coopération : un bus binational de conseil en énergie. Le bus, qui roule au gaz naturel, se déplacera toutes les 6 à 8 semaines afin de sensibiliser 211 municipalités rurales et de fournir des informations et conseils gratuits sur les possibilités d'économies d'énergie et de rénovation et la protection environnementale. Fin 2019, Épernay espère avoir accompagné 50 projets de rénovation de maisons initiés grâce à ce bus.

ODD 7 (cible 7.3) ; ODD 13 (cible 13.3)

COREE DU SUD : Séoul – Frais sur les déchets pour encourager le recyclage

La Corée du Sud a largement augmenté le recyclage de ses déchets alimentaires, passé de 2 % en 1995 à 95 % aujourd'hui. Séoul entreprend la récupération des déchets en s'assurant qu'ils deviennent ensuite une ressource sous forme d'alimentation animale, d'engrais, de biogaz ou bio-carburant, réduisant ainsi le gaspillage alimentaire quotidien de 400 tonnes métriques. Un système de paiement au poids, faisant usage de sacs biodégradables et de poubelles automatiques, a permis de réduire les déchets alimentaires de Séoul de 47 000 tonnes en 6 ans. Le gouvernement municipal met à disposition des composteurs pour transformer les déchets alimentaires en terreau utilisé par le mouvement agricole urbain local. La ville couvre 80 à 100 % des frais de démarrage des fermes urbaines et des jardins communautaires qui ont été multipliés par 6 en 7 ans et qui recouvrent maintenant 170 ha entre les îlots urbains ou sur les toits d'écoles et de bâtiments municipaux.

ODD associés : ODD 12 (cible 12.3)

TURQUIE : Istanbul – Des titres de transport en échange de déchets recyclés

A Istanbul, les voyageurs peuvent échanger leurs cannettes en aluminium et bouteilles en plastiques contre un avoir sur leurs titres de transport – une initiative qui a pour but d'encourager le recyclage. Trois machines installées dans des stations de métro à travers la ville rendent quelques centimes en échange de chaque bouteille ou cannette insérée et peuvent écraser, broyer et trier les déchets recyclables. L'ambition est de placer un total de 25 machines dans l'ensemble de la ville, y compris dans les écoles et universités, afin de créer des habitudes de recyclage à long-terme. L'accumulation du crédit sur les titres de transport permet d'accéder aux métros, aux bus, aux trams et même aux toilettes publiques.

ODD associés : ODD 11 (cible 11.2) ; ODD 12 (cible 12.5)

ROYAUME-UNI : Milton Keynes - Gérer ses ressources en eau de manière participative

Dans une perspective d'adaptation au changement climatique, Milton Keynes a aussi mis en place le projet POWER (Political and sOcial awareness on Water EnviRonmental challenges). Ce projet permet d'anticiper la gestion de la ressource en eau, en prenant en compte l'augmentation de la population et les prévisions climatiques. POWER s'appuie sur un système participatif qui combine les expériences des acteurs du territoire et les données disponibles sur la ville afin que tous puissent partager leurs opinions, progrès, bonnes pratiques, etc. et les comparer aux données disponibles d'autres villes. L'idée est de créer un réseau de citoyens informés et capables de développer des stratégies locales aux changements climatiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Berthoud, F., 2017. Numérique et écologie. *Responsabilité et environnement*, pp. 72-75.

C2D, 2019. *L'aménagement des territoires à l'ère numérique*. [En ligne]

Disponible en ligne : http://www.epi78-92.fr/fileadmin/user_upload/rubrique_EPI/C2DI_PDF/C2DI_Saisine17_20190109-V6-LR.pdf

CERDD, 2018. *Le numérique est-il un vecteur de la transition écologique et énergétique sur les territoires ? RET - Arras*. [En ligne]

Disponible en ligne : <http://www.cerdd.org/Parcours-thematiques/Changement-climatique/Evenements-climat/Le-numerique-est-il-un-vecteur-de-la-transition-ecologique-et-energetique-sur-les-territoires-RET-Arras>

Chapman, S., 2018. Could artificial intelligence help to save our planet?. *Energy Digital*, 26 janvier. [En ligne]

Disponible en ligne : <https://www.energydigital.com/sustainability/could-artificial-intelligence-help-save-our-planet>

Direction de l'Information Légale & Administrative, 2018. *La notion de service public*. [En ligne]

Disponible en ligne : <https://www.vie-publique.fr/decouverte-institutions/institutions/approfondissements/notion-service-public.html>

Gaffiot, J. & de Malleray, A., 2015. *Ruralités (1) : Renouveau serviciel et transition écologique*. [En ligne]

Disponible en ligne : <https://www.groupechronos.org/expertises/publication-etudes-tribunes-entretiens/ruralites-1-renouveau-serviciel-et-transition-ecologique>

IDDR, FING, France, W. & GreenIT.fr, 2018. *Faire de la transition numérique un accélérateur de la transition écologique*. [En ligne]

Disponible en ligne : <https://www.wwf.fr/vous-informer/actualites/livre-blanc-numerique-environnement>

IDDR, FING, France, W. & GreenIT.fr, 2018. *Livre blanc Numérique et Environnement*. [En ligne]

Disponible en ligne : https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2018-03/180319_livre_blanc_numerique_environnement.pdf

Marchandise, J.-F., 2018. *Numérique et transition écologique : le numérique, poison ou remède ?*. [En ligne]

Disponible en ligne : http://ret-ademe-region-hdf.fr/docs/2018/20-11-2018_numerique_TEE/Fing_ADEME_Arras_Nov2018.pdf

Observatoire Climate Chance, 2018. *Rapport annuel 2018 de l'Observatoire Mondial de l'action climatique non-étatique*, Paris: Association Climate Chance. [En ligne]

Disponible en ligne : <https://www.climate-chance.org/observatoire-de-laction/rapport2018/>

Observatoire Climate Chance, 2019. *Rapport annuel 2019 de l'Observatoire Mondial de l'action climatique non-étatique*, Paris: Association Climate Chance.

Pour la revue de littérature : <https://www.wbgu.de/en/publications/charter>